

## ⑫ 公開特許公報 (A)

平3-100398

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>F 04 D 27/02  
H 01 M 8/04

識別記号

D 8409-3H  
J 9062-5H  
S 9062-5H

序内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)4月25日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 ターボコンプレッサのサーリング防止装置

⑯ 特願 平1-236261

⑰ 出願 平1(1989)9月12日

⑱ 発明者 飯田博文 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三菱電機株式会社神戸製作所内

⑲ 出願人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代理人 弁理士 大岩増雄 外2名

## 明細書

## 〔産業上の利用分野〕

## 1. 発明の名称

ターボコンプレッサのサーリング防止装置

## 2. 特許請求の範囲

コンプレッサの出口側圧力を検出する出口圧力検出器と、上記コンプレッサの出口側流量を検出する出口流量検出器と、上記コンプレッサの給気側圧力を検出する給気圧力検出器と、上記コンプレッサの給気側温度を検出する給気温度検出器と、上記出口圧力検出器と上記給気圧力検出器からの検出信号を入力とする圧縮比演算器と、上記出口流量検出器と上記給気圧力検出器と上記給気温度検出器からの検出信号を入力とする修正流量演算器と、上記修正流量演算器からの修正流量を入力とするサーリング限界圧縮比演算器と、上記圧縮比演算器からの圧縮比と上記サーリング限界圧縮比演算器からのサーリング限界圧縮比を入力とし、サーリング領域を検出する比較器とを備えたターボコンプレッサのサーリング防止装置。

## 3. 発明の詳細な説明

この発明は例えば燃料電池発電システムの燃料電池に圧縮空気を供給するターボコンプレッサのサーリング防止装置に関するものである。

## 〔従来の技術〕

第2図は例えば特開昭61-79820号公報・特開昭61-80765号公報等に示された従来のターボコンプレッサのシステムを示す系統図であり、図において、(1)は例えば燃料電池、改質系を含むシステム、(2)はターボコンプレッサ、(2a)はタービン、(2b)はコンプレッサ、(3)はコンプレッサ(2b)の給気ライン、(4)は給気ライン(3)に設けられた給気弁である。(5)はコンプレッサ(2b)とシステム(1)をつなぐコンプレッサ出口ライン、(6)はコンプレッサ出口ライン(5)に設けられたシステム供給空気流量調節弁、(7)はシステム(1)とタービン(2a)をつなぐ排ガスライン、(8)は補助燃焼器、(9)は補助燃焼器(8)の燃焼空気供給ライン、(10)は燃焼空気供給ライン(9)に設けられた燃焼空気流量調節弁であり、また(21)、(22)はそれぞれコンプレッサ出口ラ

イン(5)に設置された流量検出器および圧力検出器、更に(12)は起動用空気プロワ、(13)は起動用空気プロワ(12)とコンプレッサ給気ライン(3)をつなぐ起動用空気供給ライン、(14)は起動用空気供給ライン(13)に設けられた起動用空気供給弁、(15)はコンプレッサ出口と大気をつなぐ大気開放ライン、(16)は大気開放ライン(15)に設けられた大気開放弁、(17)はシステム(1)のバイパスライン、(18)はシステムバイパスライン(17)に設けられたシステムバイパス調整弁である。

第3図はコンプレッサ(2b)の特性図で、(40)は修正流量軸、(41)は圧縮比軸、(42)は等速度曲線および(43)はサージング限界曲線である。

次に動作について説明する。ターボコンプレッサ(2)を運転してシステム(1)に空気を送気中は、コンプレッサ出口の圧力を圧力検出器(22)で、コンプレッサ出口の流量を流量検出器(21)で検出する。コンプレッサ(2b)のサージングは、第3図のコンプレッサ特性図上の運転点が、サージング管理曲線の左上側に入つた場合に発生するが、従来は、

なされたもので、高精度のターボコンプレッサのサージング防止装置を得ることを目的とする。

#### [課題を解決するための手段]

この発明に係るターボコンプレッサのサージング防止装置は、コンプレッサ出口の圧力、流量の検出器およびコンプレッサ給気の圧力、温度の検出器を設け、両圧力検出器出力を入力とする圧縮比演算器と、流量検出器出力と給気圧力検出器出力と給気温度検出器出力を入力とする修正流量演算器および修正流量演算器の出力を入力とするサージング限界圧縮比演算器、さらに圧縮比演算器出力とサージング限界圧縮比演算器出力を入力とし、サージング領域を検出する比較器を設けたものである。

#### [作用]

この発明におけるターボコンプレッサのサージング防止装置は、コンプレッサの出口圧力、流量および給気圧力、温度を検出し、これらの値からコンプレッサの修正流量、圧縮比を算出し、更に得られた修正流量に対するサージング限界圧縮比

ターボコンプレッサ(2)のコンプレッサ(2b)が定圧定流量運転時に限り、コンプレッサ出口圧力P<sub>1</sub>が規定値以上、またはコンプレッサ出口流量F<sub>1</sub>が規定値以下となつた場合にサージング領域に入つたことを検出してサージング防止のため例えば大気開放弁(16)を動作させる方法をとつていた。

#### [発明が解決しようとする課題]

従来のターボコンプレッサのサージング防止装置は以上のように構成されているので、コンプレッサの定圧定風量運転時のサージング防止となり、起動時、負荷変動時を含めた圧力、風量が変化する場合のサージングの防止は不可能であつた。

特に燃料電池発電システムによく用いられる2軸2段のターボコンプレッサの場合は定圧定風量運転時においても、高圧段のコンプレッサの給気温度が変化する等により高圧段コンプレッサの圧縮比が変化するため、サージング防止の精度を欠くなどの問題があつた。

この発明は上記のような課題を解決するために

を求める、サージング限界圧縮比以上となつた場合にサージング領域に入つたことを検出し、サージング防止措置をとる。

#### [発明の実施例]

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図において(1)は燃料電池、改質系を含むシステム、(2)はターボコンプレッサ、(2a)はタービン、(2b)はコンプレッサである。(5)はコンプレッサ出口ライン、(6)はシステム供給空気調節弁、(7)は排ガスライン、(15)はコンプレッサ(2b)の出口で分岐され、大気につながる大気開放ライン、(16)は大気開放ライン(15)に設けられた大気開放弁である。(17)はシステム(1)のバイパスライン、(18)はシステムバイパスライン(17)に設けられたシステムバイパス調節弁である。(21)、(22)はコンプレッサ(2b)の出口に設けられたそれぞれコンプレッサ出口流量検出器、コンプレッサ出口圧力検出器、(23)、(24)はコンプレッサ(2b)の給気口に設けられたそれぞれコンプレッサ給気圧力検出器、コンプレッサ給気温度検出器である。(25)は

コンプレッサ出口圧力検出器(22)の出力およびコンプレッサ給気圧力検出器(23)の出力を入力とする圧縮比演算器、(26)はコンプレッサ出口流量検出器(21)の出力、コンプレッサ給気圧力検出器(23)の出力および、コンプレッサ給気温度検出器(24)の出力を入力とする修正流量演算器である。(27)は修正流量演算器(26)の出力を入力とするサージング限界圧縮比演算器、(28)は圧縮比演算器(25)の出力およびサージング限界圧縮比演算器(27)の出力を入力とし、サージング領域を検出する比較器である。(30)は比較器(28)の出力信号(29)を入力とする出力装置、(31)は出力装置(30)から大気開放弁(16)への弁操作信号である。

次に動作について説明する。ターボコンプレッサ運転中、コンプレッサ出口の圧力検出器(22)によるコンプレッサ出口圧力 $P_1$ (kPa)およびコンプレッサ給気圧力検出器(23)によるコンプレッサ給気圧力 $P_2$ (kPa)が圧縮比演算器(25)に送られ、次の式により圧縮比 $r$ を算出する。

$$r = \frac{P_1 + 1.033}{P_2 + 1.033}$$

ます。

圧縮比演算器(25)で得られた圧縮比 $r$ とサージング限界圧縮比 $r_c$ を比較器(28)に入力する。圧縮比がサージング限界圧縮比以上の場合、比較器(28)からの出力信号(29)によりサージング領域に入つたことを示す信号を出力装置(30)に送り、更に出力装置(30)から大気開放弁(16)に弁操作信号(31)を送り大気開放弁(16)を開く。

大気開放弁(16)が開くと、コンプレッサ出口流量 $F_1$ (Nm/h)は増加し、コンプレッサの特性からコンプレッサ出口圧力 $P_1$ (kPa)が低下する。以上により修正流量 $w_C$ (lb/m³)は増加し、サージング限界圧縮比 $r_c$ は増加、圧縮比 $r$ は低下するため、コンプレッサはサージング領域から脱出できる。

なお、上記実施例では、サージング防止のための弁に大気放出弁(16)を使用したが、バイパス調節弁(18)を使用してもよい。

また、上記実施例では、燃料電池発電システム

また、コンプレッサ出口流量検出器(21)によるコンプレッサ出口流量 $F_1$ (Nm/h)、コンプレッサ給気温度検出器(24)によるコンプレッサ給気温度 $T_2$ (C)および前述のコンプレッサ給気圧力 $P_2$ (kPa)が、修正流量演算器(26)に送られ、次の式により修正流量 $w_C$ を算出する。

$$w_C = \frac{0.04747 \times F_1 \times \sqrt{\frac{1.8 \times T_2 + 491.67}{520}}}{P_2 + 1.033 / 1.033} \quad (\text{lb}/\text{m}^3)$$

上記のように得られた修正流量 $w_C$ は修正流量とサージング限界圧縮比の関係を記憶するサージング限界圧縮比演算器(27)に入力される。

第3図は横軸に修正流量 $w_C$ 、縦軸に圧縮比 $r$ をとるコンプレッサ特性曲線である。コンプレッサの運転点がサージング限界曲線(43)の左上部にある場合にコンプレッサはサージング領域に入る。サージング限界圧縮比演算器(27)にはサージング限界曲線(43)を予め修正流量とサージング限界圧縮比の関係式として記憶させておく。サージング限界圧縮比 $r_c$ は修正流量 $w_C$ が与えられればサージング限界圧縮比演算器(27)により一義的に求

のターボコンプレッサの場合について説明したが、電動駆動やエンジン駆動のコンプレッサ、プロワであつてもよく、更に燃料電池発電システム以外の一般用のコンプレッサ、プロワであつてもよい。

#### [発明の効果]

以上のように、この発明によれば、コンプレッサ前後の圧力、流量、温度から、圧縮比およびサージング限界圧縮比を求め、それを比較してサージング領域に入つたことを検出するように構成したので、検出範囲が広く、精度の高いものが得られる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

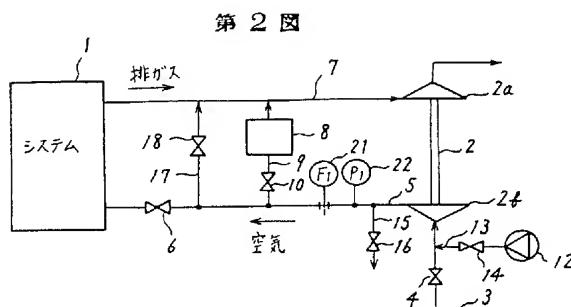
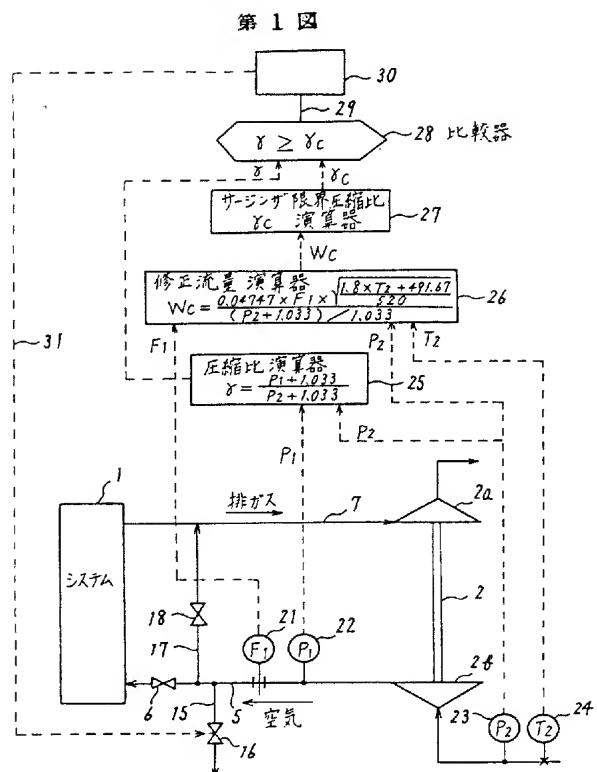
第1図はこの発明の一実施例によるターボコンプレッサのサージング防止装置を示す系統図、第2図は従来のターボコンプレッサのサージング防止装置を示す系統図、第3図はターボコンプレッサの特性を示す特性図である。

図において、(2b)はコンプレッサ、(21)はコンプレッサ出口流量検出器、(22)はコンプレッサ出

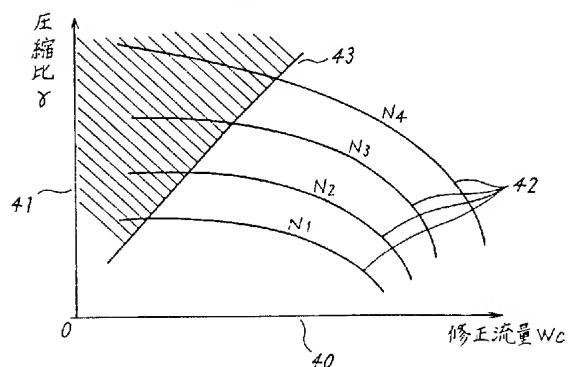
口圧力検出器、(23)はコンプレッサ給気圧力検出器、(24)はコンプレッサ給気温度検出器、(25)は圧縮比演算器、(26)は修正流量演算器、(27)はサージング限界圧縮比演算器、(28)は比較器である。

なお、図中、同一符号は同一、又は相当部分を示す。

代理人 大岩 増雄



第3図



**PAT-NO:** JP403100398A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 03100398 A  
**TITLE:** SURGING PREVENTING APPARATUS  
FOR TURBO COMPRESSOR  
**PUBN-DATE:** April 25, 1991

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
IIDA, HIROBUMI	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	N/A

**APPL-NO:** JP01236261

**APPL-DATE:** September 12, 1989

**INT-CL (IPC):** F04D027/02 , H01M008/04

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To improve accuracy in preventing surging by providing a detector of pressure and flow in a compressor outlet, a detector of pressure and temperature of intake air to the compressor, a compression ratio calculator, a surging limit-compression ratio calculator and a comparator.

**CONSTITUTION:** During the running of a turbo

compressor 2, compressor outlet pressure P1 detected by a pressure detector 22 and intake air pressure P2 detected by compressor intake air pressure detector 23 are sent to a compression ratio calculator 25 to calculate compression ratio  $\gamma$ . Also, compressor outlet flow F1 detected by a flow detector 21, compressor intake air temperature T2 by an intake air temperature detector 24 and the compressor intake air pressure P2 are sent to a correction flow calculator 26 to calculate correction flow Wc which is inputted in a surge tank limit compression ratio calculator 27 in which the surging limit compression ratio  $\gamma_c$  is obtained. The compression ratio  $\gamma$  and surging limit compression ratio  $\gamma_c$  are inputted in a comparator 28, and when  $\gamma > \gamma_c$ , assuming the surging region is reached a signal is outputted to an output device 30 to open further an atmospheric air opening valve 16.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio